



Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького  
Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies

doi:10.15421/nvlvet7925

ISSN 2519–2698 print  
ISSN 2518–1327 online

<http://nvlvet.com.ua/>

УДК 636.5

## Перспективи раціонального забезпечення курчат-бройлерів мінеральними речовинами

С.М. Медвідь<sup>1</sup>, А.В. Гунчак<sup>1</sup>, Б.В. Гутий<sup>2</sup>, І.Б. Ратич<sup>1</sup>  
a\_gunchak@ukr.net

<sup>1</sup>Інститут біології тварин НААН,  
вул. В. Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна;

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького,  
вул. Пекарська, 50, Львів, 79010, Україна

У статті узагальнені дані літератури щодо забезпечення потреби організму птиці життєвоважливими або есенціальними мікроелементами. Вказується, що з урахуванням високої інтенсивності росту курчат-бройлерів важливе значення для них має забезпечення не лише повноцінного протеїнового живлення а й створення відповідного мінерального балансу. Важливість природного геохімічного середовища для нормального росту і розвитку організму птиці визначається можливістю використання біогенних хімічних елементів та їх сумішей, за рахунок яких можливо досягти певної нормалізації основного і проміжного обміну речовин та поповнити раціон дефіцитними мікроелементами. Потреба тварин у мікроелементах забезпечується за рахунок їх надходження з кормами і водою. У Західному регіоні України Ферум, Купрум, Кобальт, Манган і Цинк є лімітуючими мікроелементами і вміст їх в кормах не забезпечує добової потреби для стимуляції росту і розвитку курчат-бройлерів. Для збагачення комбікормів дефіцитними біометалами, як правило, використовують солі різних хімічних сполук (сульфати, карбонати, хлориди, оксиди). Однак, вони у порівнянні з мікроелементами в органічній формі є менш ефективні. Констатується, що метіонати, гліцинати чи лізинати мікроелементів ефективніше впливають на метаболічні процеси. Як альтернатива застосуванню антибіотиків у птаківництві перспективним є використання наноаквахелатів біогенних і біоцидних металів, які здатні не тільки протидіяти кишкової мікрофлорі, але й стимулювати асиміляційні процеси в організмі птиці. Особливістю дії органічної форми комплексу мікроелементів, виготовленої на основі нанотехнологій є здатність різноманітних часточок біометалів, що знаходяться в розчині чи суспензії у вигляді атомів, електронів і ще менших за розміром часточок, проявляти ті ж властивості, які характерні електронам у класичному фізичному аспекті. Позитивна дія мікроелементів у наноакваформі проявляється внаслідок синергічного поєднання неспецифічної біофізичної активації зі специфічним стимулюванням перебігу метаболічних реакцій в організмі птиці. У статті наводиться цілий ряд позитивних результатів щодо використання наноаквахелатів, як окремих біоелементів так і їх комплексу з метою інтенсифікації процесів травлення в організмі бройлерів, засвоєння поживного корму, що в кінцевому результаті відображається на продуктивних якостях птиці.

**Ключові слова:** птиця, мікроелементи, обмін речовин, наноаквахелати мікроелементів.

## Перспективы рационального обеспечения цыплят-бройлеров минеральными веществами

С.М. Медвидь<sup>1</sup>, А.В. Гунчак<sup>1</sup>, Б.В. Гутый<sup>2</sup>, И.Б. Ратыч<sup>1</sup>  
a\_gunchak@ukr.net

<sup>1</sup>Институт биологии животных НААН,  
ул. В. Стуса, 38, г. Львов, 79034, Украина;

<sup>2</sup>Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого,  
ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина

### Citation:

Medvid, S.M., Hunchak, A.V., Gutyy, B.V., Ratych, I.B. (2017). Prospects of rational security chicken-broilers with mineral substances. *Scientific Messenger LNUVMB*, 19(79), 127–134.

В статье обобщены данные литературы относительно обеспечения потребности организма птицы жизненно важными или эссенциальными микроэлементами. Указывается, что с учетом высокой интенсивности роста цыплят-бройлеров важное значение для них имеет обеспечение не только полноценным протеиновым питанием, но и создание соответствующего минерального баланса. Важность естественной геохимической среды для нормального роста и развития организма птицы определяется возможностью использования биогенных химических элементов (и их смесей), за счет которых можно достичь определенной нормализации основного и промежуточного обмена веществ и пополнить рацион дефицитными микроэлементами. Потребность животных в микроэлементах обеспечивается за счет их поступления с кормами и водой. В Западном регионе Украины железо, медь, кобальт, марганец и цинк являются лимитирующими микроэлементами и содержание их в кормах не обеспечивает суточной потребности для стимуляции роста и развития цыплят-бройлеров. Для обогащения комбикормов дефицитными биоэлементами, как правило, используют соли различных химических соединений (сульфаты, карбонаты, хлориды, оксиды). Однако, они, по сравнению с микроэлементами в органической форме, менее эффективны. Констатируется, что метионаты, глицинаты или лизинаты микроэлементов эффективнее влияют на метаболические процессы. В качестве альтернативы применению антибиотиков в птицеводстве перспективным является использование наноаквахелатов биогенных и биоцидных металлов, которые способны не только противодействовать кишечной микрофлоре, но и стимулировать ассимиляционные процессы в организме птицы. Особенностью действия органической формы комплекса микроэлементов, изготовленной на основе нанотехнологии является способность различных частиц биометаллов, находящихся в растворе или суспензии в виде атомов, электронов и еще меньших по размеру частиц, проявлять те же свойства, которые характерны электронам в классическом физическом аспекте. Положительное действие микроэлементов в наноакваформах проявляется вследствие синергического сочетания неспецифической биофизической активации и специфического стимулирования течения метаболических реакций в организме птицы. В статье приводится целый ряд положительных результатов по использованию наноаквахелатов, как отдельных биоэлементов так и их комплекса с целью интенсификации процессов пищеварения в организме бройлеров, усвоения питательных веществ корма, что в конечном итоге отражается на производительных качествах птицы.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, микроэлементы, обмен веществ, наноаквахелаты микроэлементов.

## Prospects of rational security chicken-broilers with mineral substances

S.M. Medvid<sup>1</sup>, A.V. Hunchak<sup>1</sup>, B.V. Gutyj<sup>2</sup>, I.B. Ratych<sup>1</sup>  
a\_gunchak@ukr.net

<sup>1</sup>Institute of Animal Biology of NAAS  
V. Stusa Str., 38, Lviv, 79034, Ukraine;

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine

The article summarizes the literature data on the provision of the needs of the birds organism to vital or essential trace elements. It is indicated that taking into account the high intensity of growth of broiler chickens, it is important for them to provide not only high-grade protein nutrition but also the creation of a suitable mineral balance. The importance of the natural geochemical environment for the normal growth and development of the bird organism is determined by the possibility of using biogenic chemical elements and their mixtures, through which it is possible to achieve a certain normalization of the basic and intermediate metabolism and to replenish the diet of scarce microelements. The need for animals in the microelements are provided at the expense of their receipt with food and water. In the west region of Ukraine, Iron, Copper, Cobalt, Manganese and Zinc are limiting microelements and their content in feed does not provide the daily requirement for stimulating the growth and development of chicken-broilers in order to enrich the feedstuffs with scarce biometals, as a rule, use salts of various chemical compounds (sulfates, carbonates, chlorides, oxides). However, they are less effective in comparison with microelements in organic form. It is stated that that methionates, glicinates or lysates of microelements affect more effectively metabolic processes. As an alternative to the use of antibiotics in poultry farming. It is promising to use nanoacqualates of biogenic and biocidal metals that can not only to counter the intestinal microflora, but also to stimulate assimilation processes in the body of the bird. Feature of the action of the organic form of the complex of trace elements, made on the basis of nanotechnology is the ability of various particles of biometals located in a solution or a suspension in the form of atoms, electrons and even smaller particles, to exhibit the same properties that are characteristic of electrons in the classical physical aspect. The positive effect of trace elements in nano-aqua form is manifested as a result of synergy a combination of nonspecific biophysical activation and specific stimulation of the flow metabolic reactions in the bird organism. The article gives a number of positive ones results on the use of nanocarticles, both individual bioelements and their complex for the purpose of intensification of digestive processes in the body of broilers, assimilation nutrient feed, which ultimately reflects on productive qualities bird.

**Key words:** poultry, trace elements, metabolism, nanoacqualates.

Птахівництво в Україні – одна з ключових галузей тваринництва, яка забезпечує людство дієтичними та висококалорійними продуктами харчування, зокрема м'ясом та яйцями (Tereshchenko, 2011; Bublyk, 2011). Виробництво максимальної кількості конкурентоспроможної продукції високої якості можливе лише за умов, які враховують біологічні особливості птиці, її фізіологічний стан, напрям продуктивності та вплив на неї зовнішніх чинників. Водночас, птиця нових

високопродуктивних кросів та ліній, яка сьогодні використовується у промисловому птахівництві, відрізняється потребою в поживних та біологічно активних речовинах, інтенсивністю обмінних процесів, швидкістю росту та статевому дозріванню (Suray, 2009; Kyryliv et al., 2015). Така птиця є особливо чутливою до негативного впливу технологічних та стресових чинників, що призводять до певних відхилень обміну речовин і фізіологічних функцій і, як наслідок – зни-

ження її продуктивності та якості продукції (Vertiichuk, 2008; Tereshchenko, 2011; Hunchak, 2012).

Найвагомішим фактором підвищення продуктивності курчат-бройлерів є раціональна і збалансована їх годівля. Враховуючи високу інтенсивність росту птиці м'ясного напрямку продуктивності, поряд із забезпеченням повноцінного протеїнового живлення слід особливу увагу приділяти мінеральному (Kalnitski, 1985; Lushnikov, 2003; Kyryliv and Ratych, 2004; Bratyshko et al., 2005; Ibatullin, 2007; Tsaruk et al., 2017).

Такий підхід до питань годівлі птиці обумовлений ще й тим, що комбікорми, які використовуються в промислових господарствах, не завжди нормуються за вмістом мінеральних речовин. Оскільки різні сорти зернових культур, які входять до складу комбікорму містять різну кількість мікроелементів, що, в свою чергу, залежить від мінерального складу ґрунтів на яких вирощені кормові культури (He et al., 2005; Ismagilova and Baymatov, 2012). Відомо, що окремі регіони України, і в першу чергу західний, відносяться до біогеохімічних зон з низьким вмістом у ґрунті та воді, а відповідно і в кормах, рухомих форм Йоду, Цинку, Купруму, Кобальту, Мангану. Важливість природного геохімічного середовища для нормального росту і розвитку організму птиці визначається можливістю використання біогенних хімічних елементів та їх сумішей, за рахунок яких можливо досягти певної оптимізації основного і проміжного обміну речовин, поповнити раціон дефіцитними мікроелементами, профілакуючи виникнення мікроелементозів (Hurskyi, 2006; Hunchak et al., 2016).

Підвищення техногенного впливу на біосферу збільшило фонові концентрації токсичних речовин і різко зменшило ресурси природної системи саморегуляції організму птиці, що зумовлює виникнення вторинних порушень метаболічно-функціонального характеру, зниження неспецифічної і специфічної резистентності (Humeniuk et al., 2004; Koltun and Kachynskyi, 2011). Тому, важливим є щоденне коригування раціонів курчат-бройлерів сумішшю мікроелементів, що забезпечує нормальний процес гемопоезу і протеїнового обміну в організмі (Podobed, 2003; Koltun and Kachynskyi, 2011).

Макро- та мікроелементи, поряд із білками, жирами та вуглеводами відіграють важливу роль у метаболічних процесах, які здійснюються в організмі тварин на клітинному рівні. Вони підтримують гомеостаз міжклітинної рідини та фізико-хімічний стан білків. Забезпечують необхідну кислотно-лужну рівновагу та підтримують осмотичний тиск між кров'ю і позаклітинною рідиною (Boikiv et al., 2001; Zakharenko and Shevchenko, 2004). Відсутність або дефіцит окремих біоелементів, порушення їх фізіологічно обґрунтованого співвідношення в кормах призводить до порушень метаболічних процесів, зниження продуктивності, зростання захворюваності та є причиною передчасного вибракування птиці (Georgievskiy, 1970; Ageev, 1982).

Оптимальний перебіг біохімічних процесів в організмі обумовлюється кількісним рівнем та якісним співвідношенням макро- та мікроелементів. Низький

або високий рівень будь-якого хімічного елемента в організмі впливає на метаболізм інших мінеральних речовин. Порушення обміну одного мікроелемента викликає розлади метаболізму інших мінеральних речовин (Georgievskiy, 1970; Ratych, 2010; Shevchenko et al., 2014).

Мікроелементи – Купрум, Ферум, Кобальт, Йод, Селен і Манган знаходяться в організмі в невеликих кількостях, проте відіграють надзвичайно важливу роль. Основна функція мікроелементів полягає в підтриманні активності ензимів та в забезпеченні дії вітамінів і гормонів. Вони підтримують необхідний гомеостаз міжклітинної рідини та фізико-хімічний стан білків, забезпечують кислотно-лужну рівновагу та осмотичний тиск (Shiryaeva et al., 2006; Hunchak et al., 2015).

Мікроелементи відіграють важливу роль в забезпеченні необхідної активності гормонів. Цинк необхідний для прояву активності інсуліну, а Йод є складовою частиною тироксину. Існує тісний взаємозв'язок мікроелементів з вітамінами. Біологічна активність вітаміну В<sub>12</sub> проявляється за рахунок кобаламіну – кобальтумісної частини вітаміну. За наявності Мангану синтезується вітамін С, а біологічну дію вітаміну Е забезпечує Селен. Мікроелементи забезпечують також обмін нуклеїнових кислот. Катіони Феруму, Купруму, Цинку та Кобальту беруть участь в синтезі нуклеопротейдів та нуклеотидів. Входячи до складу поліпептидного ланцюга, вони забезпечують необхідну просторову конфігурацію біополімерів, підтримують вторинні та третинні структури молекули пептидів. Без Феруму неможливе перетворення фенілаланіну в тирозин, а без Мангану не відбувається синтез серину з гліцину (Kalnitski, 1985; Ibatullin, 2007).

Кожен мікроелемент бере участь у відповідних біохімічних реакціях, а в багатьох з них – кілька елементів одночасно. Синтез гемоглобіну відбувається за участі Купруму та Кобальту. У метаболічних процесах мікроелементи можуть знаходитись у синергічних співвідношеннях (Ферум та Купрум, Кобальт та Цинк) або в антагоністичних (Купрум та Цинк, Кобальт та Йод). За високого рівня Купруму в тканинах організму знижуються запаси Цинку в печінці, а інтенсивність утилізації Феруму в процесах кровотворення залежить від рівня Купруму в крові. Якщо в кормах раціону та в питній воді багато Кальцію, послаблюється всмоктування Купруму в кишечнику. Наявність синергізму та антагонізму між окремими макро- та мікроелементами необхідно враховувати при застосуванні комплексних препаратів з метою лікування тварин за патологічних станів організму (Shevchenko et al., 2014).

Ферум є носієм Оксигену, входячи до складу ензимів каталази та пероксидази. Він є головним «організатором» транспорту Оксигену до всіх тканин організму. У крові та інших системних рідинах Ферум транспортується білками трансферинами та відіграє істотну роль в утворенні та важливих функціях залізо-сіркових ензимів, які беруть участь у дихальному циклі скелетних м'язових клітин (міоглобін) (Beshegtoor, 1998).

За дефіциту Цинку характерними є розвиток шкірних захворювань, дерматити, екземи. Клінічно даний гіпоелементоз проявляється пригніченням центральної нервової системи, відсутністю апетиту, проносами, затримкою росту, погіршенням зору, дефектами кінцівок. Цей процес супроводжується пригніченням утворення антитіл, зниженням числа лімфоцитів, які циркулюють в крові. Цинк бере участь у вуглеводному, білковому і ліпідному обміні, відповідає за повноцінний синтез нуклеїнових кислот. Його нестача в організмі призводить до уповільнення росту і загального розвитку, пізнього статевого дозрівання. За браку Цинку порушується нормальний процес регенерації (Tsyimbal, 2000; Kushchak, 2002; Shiryayeva et al., 2006; Manukyan and Petrosyan, 2009).

Купруму належить важлива біологічна роль в гемітопоезі. Забезпечуючи перехід Феруму з мінеральної в органічну форму, Купрум прискорює всмоктування його в тонкому відділі кишечника і забезпечує надходження в кістковий мозок, де відбувається синтез гемоглобіну. Він бере безпосередню участь в окисно-відновних процесах. Входячи до складу цитохромоксидази, транспортує електрони в реакціях окиснення. Забезпечуючи газоенергетичний обмін, Купрум позитивно впливає на тканинне дихання за аноксичних станів. Прискорює окиснення глюкози і затримує розклад глікогену, регулює обмін вуглеводів і підвищує дезінтоксикаційну функцію печінки. Активуючи синтез йодомісних сполук щитоподібної залози, Купрум стимулює активність статевих гормонів і забезпечує функцію репродуктивного апарату самців та самок. Купруму відводиться роль в активації ензимів, які каталізують перетворення тирозину в меланін (пігмент волосся) і прокератину в кератин. Завдяки такій дії забезпечується пігментація волоссяного покриву і кератинізація шкіри, що посилює захисні функції покривного епітелію (Vorobev, 2009).

Важлива функція належить Кобальту в метаболізмі білків – в ролі кофактора ензимних процесів він підвищує активність металозалежних ензимів – каталази, гліцерофосфатази та аденозинтрифосфатази, які каталізують обмінні процеси. Іони Кобальту прискорюють метаболізм нітрогенісних сполук і забезпечують синтез нуклеїнових кислот, які використовуються в процесах синтезу тканинних білків. Додавання до кормів раціону мікродобавок солей Кобальту підвищує настрій вовни у овець, несучість курей та жирність молока у корів. Беручи участь в процесах гліколізу, іони Кобальту посилюють антитоксичну функцію печінки, послаблюють побічну дію високих доз Селену і прискорюють виведення його з організму. Кобальт активує захисну функцію епітеліальних тканин шкіри, кишечника та бронхів проти бактерій та їх токсинів (Kozubova et al., 2012).

Селен є важливим для тваринного організму ультрамікроелементом. Його біологічна дія полягає в тому, що з органічними речовинами він утворює комплексну сполуку «фактор-3», яка проявляє таку ж фармакологічну дію як і вітамін Е. Це кофактор глутатіонпероксидази, яка бере участь в окиснювально-відновних реакціях та в метаболізмі ліпідів, регулює функціональний стан клітинних мембран та забезпе-

чує тонус скелетних м'язів. У формі коферменту Селен входить до структури цитохрому С, який забезпечує тканинне дихання. Будучи сильним антиоксидантом, він затримує окиснення жирних кислот та накопичення токсичних перекисів в печінці, запобігає розвитку в ній жирової інфільтрації і підвищує дезінтоксикаційну функцію. Селен – кофактор глутатіонпероксидази, яка відіграє важливу роль в захисті тканин від пошкодження пероксидами; вітамін Е діє як антиоксидант на клітинні мембрани; вітамін В<sub>12</sub> стимулює обмін у клітинах та необхідний для синтезу нуклеїнових кислот і білків; аденозин-5'-монофосфорна кислота (АМФ) – аденілова похідна, незамінна в синтезі нуклеїнових кислот та АТФ. Аденозин-5'-монофосфорна кислота бере участь в регуляції процесу фосфорилування вуглеводів та забезпечує енергією скелетні м'язи і міокард. У тканинах вона швидко використовується для синтезу нуклеїнових кислот та АТФ (Rajarathe et al., 1990; Holovska et al., 2003; Stadnyk et al., 2005; Biletskyi, 2006; Paul, 2015).

Отже, не викликає сумніву необхідність забезпечення потреби птиці в мінеральному живленні. При цьому, для збагачення комбікормів бройлерів мікроелементами, як правило, використовують неорганічні солі (Комбікорму ровноратсионні..., 2003; Melnyk, 2007). Застосування таких сполук упродовж багатьох років дозволяло підтримувати баланс цих елементів у організмі. Однак, підвищення продуктивності птиці зробило її вимогливішою до співвідношення біологічно активних речовин у кормах (Jerock et al., 1999; Maltsev et al., 2005). Та рівновага, яку можна було забезпечити за допомогою неорганічних солей мінеральних елементів, вже не задовольняє потреби птиці сучасних кросів і порід. Основною причиною цього є встановлена закономірність щодо різної доступності окремо взятих біоелементів та кормових добавок. Тому, органічні мікроелементи – природне вирішення цієї проблеми. Однак, за даними Річардса Д.Д., Мананг М.К., Дібнера Д.Д. (Richards et al., 2011) не всі органічні мікроелементи мають більш високу доступність, ніж неорганічні, і тому не варто очікувати від них однакової ефективності.

На користь використання органічних форм мінеральних сполук у годівлі птиці свідчать дані про те, що з метою зменшення забруднення ґрунтів через внесення з послідом додаткових мікроелементів, необхідно обмежити кількість їх уведення в корм (Ymanhulov et al., 2005). У країнах ЄС у 2003 році були прийняті законодавчі акти щодо максимально допустимих концентрацій Купруму, Феруму, Цинку, Кобальту і Мангану в посліді.

За даними Л.В. Шевченко (Shevchenko et al., 2014) найінтенсивніше Цинк та Купрум засвоюється із лізинатів та гліцинатів. Встановлено, що заміна в комбікормах для курчат-бройлерів неорганічних сполук Цинку на його метіонат, гліцинат чи лізинат забезпечує оптимальні показники метаболічного статусу організму, гематологічні показники та ферментативну активність плазми крові (Zakharenko et al., 2012).

За використання різних доз і джерел надходження Селену в комбікормі встановлено, що введення органічного Селену у формі селеніту натрію або сел-

плексу на рівні 0,2–0,3 мг/кг корму, сприяє підвищенню приростів молодняку та його життєдіяльності. Застосування курям-бройлерам добавки мікроелементів Мікростимулін сприяє зростанню титру антитіл до вірусу ІБК, ІБХТа, НХ та підвищує середньодобові прирости птиці на 2,35%, середню масу однієї голови на 3%, збереженість поголів'я на 1,7% та знижує конверсію корму на 4,3%. При цьому, європейський коефіцієнт підвищувався на 28 одиниць (8,45%) (Avdoseva and Melnychuk, 2012).

Успіхи квантової хімії дозволили створити багато нових високоефективних засобів на основі хімічних елементів у формі карбоксилатів харчових кислот. Заборона використання антибіотиків у тваринництві передбачає пошуки альтернативної їх заміни. В Україні розроблені й застосовуються кормові добавки, які зможуть замінити антибіотичні стимулятори росту. Надзвичайно перспективним в цьому плані є використання наноаквахелатів біогенних і біоцидних металів, здатних не тільки протидіяти кишковій мікрофлорі, але й стимулювати асиміляційні процеси у тваринному організмі (Borysevych et al., 2010). Наноаквахелати металів представляють собою розчин гідратованих і/або карбоксилатованих наночастинок металів у деіонізованій воді із вмістом металів від 10 до 100 мг/л із слабо кислою реакцією (рН 6,0–6,5). Отриманий фізичним методом, такий розчин за ефективністю і токсикологічними параметрами значно відрізняється від біометалів, отриманих хімічним або електролізним способом, у яких іони металів діють токсично, через що їхнє використання не завжди є виправданим (Kosinov and Kaplunenko, 2008). Особливість дії органічної форми комплексу мікроелементів, виготовленої на основі нанотехнологій полягає в тому, що різноманітні часточки біометалів, які знаходяться в розчині чи суспензії у вигляді атомів, електронів, а можливо й інших, ще менших за розміром часточок, проявляють ті ж самі властивості, які характерні електронам у класичному фізичному аспекті. Необхідно врахувати і те, що за рахунок високої проникності зникає потреба у наявності специфічних переносників (ліганд), які за використання мікроелементів в неорганічній формі часто лімітують мікроелементний гомеостаз (Borysevych et al., 2009).

Позитивна дія мікроелементів у формі наноаквахелатів проявляється внаслідок синергічного поєднання неспецифічної біофізичної активації зі специфічним стимулюванням перебігу біохімічних реакцій, тобто, на думку авторів характерним є комплексний стимулювально-біологічний ефект Борисевича-Каплуненка-Косінова. Метало-лігандні комплекси, виготовлені на основі нанотехнологій, краще засвоюються організмом на відміну від мікроелементів у формі солей неорганічних кислот, а також безпосередньо виступають в якості активаторів або інгібіторів метаболічних процесів. При цьому, біологічна цінність таких нанопродуктів збільшується при зниженні їх концентрації в кормі (Skalniy, 2004; Kuchinskiy, 2006).

На думку Д.П. Бойків (Boikiv et al., 2001) мікроелементи проявляють біологічну активність в тканинах, як правило у вигляді хелатів. Метали зв'язуються

з клітинами тканин, з так званими низькомолекулярними білками-тіонеїнами і у вигляді таких комплексів забезпечується можливість використання мікроелементів відповідно до потреби і захищає клітину від токсичної дії самого металу, оскільки останній потенційно токсичний через свою реактивність з біологічно активними ферментними білками. Біогенні і біоцидні метали у формі нанорозмірних частинок проявляють стимулювальний вплив на метаболічні процеси в птиці більш виражено, ніж їх відомі молекулярні форми (Denisov, 1980; Skalniy, 2004; Voloshyna et al., 2008).

Висока біодоступність та біоактивність наноміді, наноцинку, наномагнію і нанокобальту, на думку авторів, зумовлена наявністю в них корпускулярного, хвильового і квантового ефектів, які є каталізаторами біохімічних реакцій і посилюють їх асиміляційну здатність (Pavlov, 2007). За сумісного використання біометалів у вигляді нанорозмірних частинок проявляється як однонаправлений, так і різносторонній вплив на біоценоз тварин і птиці. Присутність у складі наноаквахелатів Аргентуму, Купруму, Магнію, Цинку та Кобальту, забезпечує, як правило, виражену протимікробну дію.

Однак, не менш важливим є вплив кожного із біоелементів, що входять до складу наноконпозиції у якості кофакторів значної кількості ферментативних реакцій метаболічних процесів (Borysevych et al., 2010). Застосування мікроелементів у наноформі сприяє наявності позитивного впливу на гемопоетичні і метаболічні процеси у значно менших кількостях ніж їх використання у формі неорганічних солей, що може розцінюватись як переведення металів із розряду звичайних мікроелементів до розряду ультрамікроелементів, не змінюючи їх біологічних властивостей (Pavlov, 2007; Kaplunenko et al., 2007). У перебігу фізико-хімічних реакцій наноаквахелати, будучи сильним донором, виступають стимуляторами прояву фізичних і хімічних явищ (Pavlov, 2007). За повідомленням М.А. Засєкіна (Zasiekin et al., 2008) включення до раціонів птиці біоактивних наноаквахелатів Купруму, Цинку, Магнію і Кобальту забезпечує дію біометалів як мікроелементів так і як специфічних активних наноматеріалів. При цьому відзначається, що досліджувані речовини у формі наноаквахелатів збільшують у бройлерів середньодобові прирости маси тіла та зменшують загибель курчат. Застосування наномікроелементів за умов оптимізованої годівлі бройлерів позитивно впливає на метаболічні процеси в їх організмі, забезпечуючи зростання показників продуктивності, середньодобових приростів. При цьому кращим є рівень оплати корму без суттєвого впливу на коефіцієнт його конверсії.

Довготривале (5–42 доби) додавання до основного раціону курчат-бройлерів Германий і Феруму в нанокарбоксилатній формі призводило до вірогідного зростання в сироватці крові концентрації загального протеїну і альбумінів та зниження активності АсАТ, при відсутності змін у гематологічних показниках (Podoliak, 2010; Tsaruk et al., 2017).

За введення до раціонів курчат-бройлерів незначних кількостей (30 мл суміші з рівних частин) наноак-

вахелатів Ag, Si, Zn, Mg, Co відзначено позитивний вплив на еритропоез за одночасного зниження кількості лейкоцитів, що, на думку авторів, зумовлено певною санацією кишкової мікрофлори в зв'язку з вираженою бактерицидною дією, і в першу чергу, срібла.

Н.П. Головка і співавтори (Holovko et al., 2015) у процесі досліджень на курчатах-бройлерах встановили, що збагачення їх раціонів наноцитратом Молибдену (НЦМ) та комплексною кормовою добавкою «Пробікс» забезпечує позитивний вплив на гемопоєз. Застосування НЦМ у дозі 0,24 мг/см<sup>3</sup> води сприяє підвищенню концентрації гемоглобіну в еритроцитах на тлі відновленого рівня інших гематологічних показників і є оптимальним для курчат-бройлерів. Застосування наноаквахелату срібла в раціонах для курчат-бройлерів сприяє покращенню традиційних моделей росту птиці (Nishchemenko et al., 2014).

За повідомленнями ряду вчених (Nishchemenko et al., 2014) обробка яєць розчином аквахелату германію у дозі 5 мкг/кг спричиняє збільшення кількості соматів, а також показників маси і росту ембріонів, що характеризує стимулювальний вплив аквахелатного розчину на соматогенез, ріст і розвиток тканин та органів ембріонів.

Позитивні результати, отримані за використання бройлерам наноаквахелатів металів, є наслідком інтенсифікації у птиці процесів травлення і засвоєння спожитого корму.

#### Бібліографічні посилання

- Tereshchenko, O.V. (2011). Stan i perspektyvy rozvytku ptakhivnytstva. Suchasne ptakhivnytstvo. 7-8(104–105), 4–7 (in Ukrainian).
- Bublyk, M. (2011). Analiz vyrobnytstva miasa ptytsi v Ukraini. Ekonomichnyi analiz. 9(1), 44–47 (in Ukrainian).
- Kyryliv, Ya.I., Nodzhak, M.M., Barylo, B.S. (2015). Efektyvnist vykorystannia vitaminiv ta mikroelementiv u hodivli kurchat-broileriv. Naukovyi visnyk LNUVM ta BT im. S.Z. Hzhyskoho. 17(61), 85–90 (in Ukrainian).
- Suray, P. (2009). Kormlenie vyisokoproduktivnykh krossov myasnoy i yaichnoy ptytsi: sovremennyye problemy i resheniya. «Aktualnyie problemyi sovremennogo ptytsevodstva». Harkov. 5, 273–280 (in Russian).
- Hunchak, A.V. (2012). Aktyvnist hidrolitychnykh fermentiv orhaniv travlennia u kurchat-broileriv za dii fitopreparatu. Zbirnyk naukovykh prats PDATU. Kamianets-Podilskyi. 20, 68–71 (in Ukrainian).
- Vertiichuk, A.I. (2008). Shliakhy podalshoho rozvytku ptakhivnytstva v Ukraini. Efektyvne ptakhivnytstvo. 11(47), 3–5 (in Ukrainian).
- Kalnitski, B.D. (1985). Mineralnyie veschestva v kormlenii zhivotnyih. L.: Agropromizdat. Len. Otdelenie (in Russian).
- Kyryliv, Ya.I., Ratych, I.B. (2004). Metody kontroliu povnotsinnosti kombikormiv dlia ptytsi ta otsinka kilkosti i yakosti yii produktsii. L. (in Ukrainian).
- Ibatullin, I.I. (2007). Hodivlia silskohospodarskykh tvaryn. Vinnytsia: Nova knyha (in Ukrainian).
- Lushnikov, N.A. (2003). Mineralnyie veschestva i prirodnyie dobavki v pitanii zhivotnyih. Kurganskaya gosudarst. s-h. akademiya. Kurgan (in Russian).
- Bratysshko, N.I., Horobets, A.I., Prytulenko, O.V. (2005). Rekomendatsii z normuvannia hodivli silskohospodarskoi ptytsi. Birky (in Ukrainian).
- Tsaruk, L.L., Berezniuk, N.A., Chornolapa, L.P. (2017). Vplyv skladu kombikormu na zabezpechenist kurchat-broileriv mikroelementamy. Ahrarna nauka ta ahrarni tekhnolohii. 1(95), 97–103 (in Ukrainian).
- Ismagilova, E.R., Baymatov, V.N. (2012). Svyaz sodержaniya mikroelementov v biogeotsenoticheskoy tsepi «pochva-korm» i prognoz mikroelementnogo sostava kormov v pochve. Veterinarnyye nauki, 23–26 (in Russian).
- He, Z., Yang, X., Stoffella, R. (2005). Trace elements in agroecosystem and impact on the environmental. J. Trace Elements in Medicine and Biology. 19.
- Hunchak, R.V., Sedilo, H.M., Vovk, S.O. (2016). Vmist Yodu v gruntakh ta zerni zlakiv u zoni Polissia Volyni. Nauk. visnyk LNUVMBT im. S. Z. Hzhyskoho. 18, 2(67), 77–80 (in Ukrainian).
- Hurskyi, R. (2006). Mikroelementozna nedostatnist u zakhidnykh bioheokhimichnykh provintsiakh Ivano-Frankivskoi oblasti ta metody yii korektsii. Veterynarna medytsyna Ukrainy. 3, 36–38 (in Ukrainian).
- Koltun, Ye.M., Kachynskyi, Yu.M. (2011). Profilaktyka i diahnozyka mikroelementoziv Tsynku, Yodu u kurchat-broileriv. Nauk. visnyk LNUVMBT im. S. Z. Hzhyskoho. 13, 4(50), 92–99 (in Ukrainian).
- Humeniuk, H.B., Kuzhda, I.I., Hufrii, D.F. (2004). Zabrudnennia biosfery vazhkymy metalamy ta yikh vplyv na zhyvi orhanizmy. Silske hospodarstvo. Lviv. 9–10, 2–3 (in Ukrainian).
- Podobed, L.I. (2003). Sovremennyye problemyi ratsionalnogo obespecheniya ptytsi mineralnyimi veschestvami. Sovremennoe kombikormovoe proizvodstvo i perspektyvy ego razvitiya: Sbornik dokladov 3-ey mezhdunarodnoy konferentsii. M., 202–209 (in Russian).
- Zakharenko, M., Shevchenko, L. (2004). Rol mikroelementiv u zhyttiedialnosti tvaryn. Veterynarna medytsyna Ukrainy. 2, 13–15 (in Ukrainian).
- Boikiv, D.P., Svystun, Yu.D., Fartushok, N.F. (2001). Mikroelementy: dosiahnennia i perspektyvy. Eksperymentalna ta klinichna fiziolohiia i biokhimiia. 2(4), 124–127 (in Ukrainian).
- Georgievskiy, V.I. (1970). Mineralnoe pitanie selskohozyaystvennoy ptytsi. M.: Kolos, 90–93 (in Russian).
- Ageev, V.N. (1982). Pitatelnyie i biologicheski aktivnyie veschestva, ih rol v organizme ptytsi. M.: Ros-sel'hozizdat, 13–53 (in Russian).
- Shevchenko, L.V., Mykhalska, V.M., Maluha, L.V. (2014). Kompleksni spoluky mikroelementiv – suchasni zasoby profilaktyky khvorob ptytsi. Bioresursy i pryrodokorystuvannia. 6(1–2), 67–70 (in Ukrainian).
- Ratych, I.B. (2010). Metody otsinky kombikormiv, yakosti produktsii ta produktyvnosti ptytsi. Lviv (in Ukrainian).

- Shiryaeva, O.Yu., Nikulin, V.N., Gerasimenko, V.V. (2006). Vliyanie probiotika i preparatov yoda na mineralnyi obmen ptitsyi. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 12, 296–298 (in Russian).
- Hunchak, A.V., Kyryliv, B.Ya., Kystsiv, V.O. (2015). Mineralnyi sorbent u dii. Nashe ptakhivnytstvo. 1(37), 48–50 (in Ukrainian).
- Beshegetoor, D. (1998). Effect zinc supplementation on children growth. Bib J. Nutr. Dicta. 54, 76–83.
- Shiryaeva, O.Yu., Nikulin, V.N., Gerasimenko, V.V. (2006). Vliyanie probiotika i preparatov yoda na mineralnyi obmen ptitsyi. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 12, 296–298 (in Russian).
- Kushchak, I. (2002). Selen v hodivli s-h tvaryn i ptytsi. Tvarynnytstvo Ukrainy. 1, 23–25.
- Tsyimbal, R.A. (2000). Vliyanie mikroelementov (medi, tsinka i margantsa) na kliniko-biologicheskie pokazateli kur.. Omsk, 19 (in Russian).
- Manukyan, A.V., Petrosyan, A.B. (2009). Organicheskie formy margantsa i tsinka v kombikormah dlya tsiiplyat-broylerov. V materialah 16 konferentsii VNAP. Sergiev Posad (in Russian).
- Vorobev, V.I. (2009). Obmen mineralnykh veschestv u zhivotnykh. Astrahan: Izd-vo OOO TsNTEB (in Russian).
- Kozubova, L., Simonov, G., Naumenko, P. (2012). Vliyanie kobalta askorbinata na kur-nesushek. Kombikorma. 8, 95–96 (in Russian).
- Stadnyk, A., Stadnyk, O., Zhukowskyi, J. (2005). Antioxidant metalenzymes and glucuconjugates of erythrocytes membranes by hypoplastic anemia in carves. The Middle Europ. Buitrics Cong. Cracow. 27.
- Biletskyi, S.M. (2006). Zhyvyi orhanizm. Mikroelementni vzaiemozviazky. Efektyvne ptakhivnytstvo. 1, 9–14 (in Ukrainian).
- Holovska, K., Holovska, Jr.K., Boldizarova, K. (2003). Antioxidant enzyme activities in liver tissue of chickens fed diets supplemented with various forms and amounts of selenium. J. of Animal and Feed Sciences. 12, 143–152.
- Rajarathe, A.A., Scott, O., Buchere, W. (1990). The effect of variation in dietary protein or miueral supply on calcium and phosphorus metabolist in lacting ewes. Brit. J. Nutr. 64(1), 147–160.
- Paul, I. (2015). Effect of dietary yeast cell wall preparation on innate immune response in broiler chickens. Yndian J. Anim. Sci. 83(3), 307–309.
- Kombikormy povnoratsionni dlia silskohospodarskoi ptytsi (2003). Tekhnichni umovy: DSTU 4120-2002. [Chynnyi vid 2002-09-30] K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).
- Melnyk, V.V. (2007). Kormy dlia ptytsi. Suchasne ptakhivnytstvo. 5/6, 14–20 (in Ukrainian).
- Jeroch, H., Drochner, W., Simon, O. (1999). Emahrung landwirtschaftlicher Nutriere. Stutthart: Umer.
- Maltsev, A.B., Maltseva, N.A., Spyrydonov, Y.P., Davydov, V.M. (2005). Netradytsyonnye korma y kormovye dobavky dlia ptytsy. Omsk (in Russian).
- Richards, D.D., Manangi, M.K., Dibner, D.D., Karter, S. (2011). Mineralnyie helatyi sodeystvuyut obespecheniyu biologicheskoy tselostnosti. Efektivni kormi ta godivlya. 5(53), 44–48 (in Russian).
- Ymanhulov, Sh.A., Ehorov, Y.A., Okolelova, T.M. (2004). Metodyka provedeniya nauchnykh y proyzvodstvennykh yssledovaniy po kormleniyu selskokhoziaistvennoi ptytsy. Serhyev Posad: VNY-TYP (in Russian).
- Zakharenko, M.O., Shevchenko, L.V., Maliuha, L.V. (2012). Fiziologichnyi stan ta fermentatyvna aktivnist kurchat-broileriv pry vvedenni do ratsionu kompleksnykh spoluk tsynku. NUBiP. 12(121), 5–7 (in Ukrainian).
- Avdoseva, I.K., Melnychuk, V.V. (2012). Vyvchennia efektyvnosti dobavky mikroelementnoi kormovoi «Mikrostymulin» na provedennia vaksynatsii proty virusnykh zakhvoriuvan. Ptakhivnytstvo: Minzhvid. temat. zb. Kharkiv. 69, 37–41 (in Russian).
- Borysevych, V.B., Kaplunenko, V.H., Kosinov, M.V. (2010). Pozytyvni i nehatyvni nanotekhnolohii. Nanomaterialy v biotekhnolohii. Osnovy nanoveterynarii: posibnyk. K.: VD «Avitsena», 17–22 (in Ukrainian).
- Kosinov, M.V., Kaplunenko, V.H. (2008). Patent Ukrainy na korysnu model №35582. Sposib otrymannia hidratovanykh i karbotyrovanykh nanochastynok «Elektroimpulsna nanotekhnolohiia otrymannia hidratovanykh i karbotovanykh nanochastynok». MPK (2006). VOI U 13/00, V82V 3/00. Opubl. 26.09.2008, biol. №18/2008 (in Ukrainian).
- Borysevych, V.B., Kaplunenko, V.H., Kosinov, M.V. (2009). Patent Ukrainy na korysnu model №40794. Sposib aktyvatsii mikrobiologichnykh protsesiv, pryskorennia rostu i rozmnozhenia mikroorhanizmv «Kompleksnyi biofizychno-biokhimichnyi efekt v mikrobiologichnykh protsesakh. MPK (2006 ) S 12 №1/00, S 12 №1/16, S 12 №5/0 .Opublik. 27.04.2009 ,biol. №8/2009 (in Ukrainian).
- Borysevych, V.B., Kaplunenko, V.H., Kosinov, M.V. (2009). Patent Ukrainy na korysnu model №43415. Sposib aktyvatsii metabolichnykh protsesiv i pidvyshchennia efektyvnosti syntezy bilkiv v zhyvykh orhanizмах «Kompleksnyi biofizychno-biokhimichnyi nanostymuliuvalnyi efekt Borysevycha-Kaplunenska-Kosinova. MPK(2006): A61R. Z/02 (2009.01) A23K 1/16, A61K ZI/205 (2009.01); V82V 3/00. Opublik.10.08.2009, biol. №15/2009 (in Ukrainian).
- Kuchinskiy, M.P. (2006). Bioelementyi i sohranenie zdorovya i produktivnosti zhivotnykh. Minsk (in Russian).
- Skalniy, A.V. (2004). Bioelementyi v meditsine. M.: Izdatelnyy dom «ONIKS 21 vek»; Mir (in Russian).
- Denisov, E.T. (1980). Kinetika gomogennykh himicheskikh reaktsiy. M.:Vysshaya shkola (in Russian).
- Voloshyna, N.O., Petrenko, O.F., Kaplunenko, V.H., Kosinov, M.V. (2008). Perspektivni zastosuvannia nanochastynok metaliv u veterynarnii medytsyni. Veterynarna medytsyna Ukrainy. 9, 32–34 (in Ukrainian).

- Pavlov, G.V. (2007). Proyavlenie biologicheskoy aktivnosti nanoporoshka zheleza na raznykh biologicheskikh ob'ektakh v norme i patologii. Veterinarnaya meditsina (Moskva). 2–3, 6–7 (in Russian).
- Kaplunenko, V.G., Kosinov, N.V., Polyakov, D.V. (2007). Poluchenie novykh biogennykh i biotsidnykh nanomaterialov s pomoschyu erozionno-vzryivnogo dispergirovaniya metallov. Sbornik trudov po materialam nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nanotekhnologiya i nanomaterialy dlya biologii i meditsiny». SibGUPK. Novosibirsk, 134–137 (in Russian).
- Zasiekin, M.D., Zhmailov, V.O., Ponomarenko, N.P., Zasiekin, D.A. (2008). Efektyvnost detoksykuiuchykh preparativ pry vyroshchuvanni kurchat-broileriv. Suchasne ptakhivnytstvo. 9(70), 2–5 (in Ukrainian).
- Podoliak, Yu.M. (2010). Pidvyshchennia produktyvnosti bez antybiotyktiv. Tvarynnytstvo Ukrainy. 7, 240–244 (in Ukrainian).
- Holovko, N.P., Tymoshenko, O.P., Yatsenko, I.V. (2015). Hematologichni pokaznyky krovi kurchat-broileriv riznoho viku na tli zbahachennia ratsionu tsytratom nanomolibdenu ta kompleksnoiu kormovoiu dobavkoiu «Probiks». Naukovyi visnyk LNUVMBT im. S.Z. Hzytskoho. 17, 3(63), 8–13 (in Ukrainian).
- Nishchemenko, M.P., Kaplunenko, V.H., Yemelianenko, A.A. (2014). Embrionalnyi rozvytok perepeliv pry inkubatsiinii obrobsi yaiets akvokhelatnym rozchynom hermaniiu. Nauk.visnyk LNUVMBT im. S.Z. Hzytskoho. 16, 2(59), 257–264 (in Ukrainian).

*Received 25.09.2017*

*Received in revised form 23.10.2017*

*Accepted 25.10.2017*